

## ⑫ 公開特許公報 (A) 平4-153530

⑬ Int. CL. 5

F 02 D 1/02  
41/40  
F 02 M 45/04

識別記号

301

庁内整理番号

L

8820-3G

F

9039-3G

7226-3G

⑭ 公開 平成4年(1992)5月27日

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全8頁)

⑮ 発明の名称 内燃機関の燃料噴射制御装置

⑯ 特 願 平2-275275

⑰ 出 願 平2(1990)10月16日

⑮ 発明者 都 築 尚 幸 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内  
 ⑮ 発明者 木 下 雅 夫 愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番地の1 株式会  
 社豊田中央研究所内  
 ⑯ 出 願 人 トヨタ自動車株式会社 愛知県豊田市トヨタ町1番地  
 ⑯ 出 願 人 株式会社豊田中央研究 所 愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番地の1  
 ⑰ 代 理 人 弁理士 青 木 朗 外4名

## 明細書

## 1. 発明の名称

内燃機関の燃料噴射制御装置

## 2. 特許請求の範囲

1. 内燃機関の燃料供給部と燃料噴射ノズルを結ぶ燃料圧送路途中に、燃料供給部より圧送された燃料を再び燃料供給部へと戻す制御弁を設け、機関の運転条件に応じて該制御弁を作動させることにより燃料噴射ノズルへの燃料圧送を一旦中止し、以てメインとなる燃料噴射に先立つバイロット噴射を達成する、内燃機関の燃料噴射制御装置において、

上記運転条件によって決定されるバイロット噴射終了からメイン噴射開始までの時間間隔に応じて、同運転条件によって決定されるメイン噴射制御時間を補正し、以てバイロット噴射終了時発生する燃料噴射ノズル内残圧や燃料圧送路内空洞のメイン噴射への影響を補償したことを特徴とする内燃機関の燃料噴射制御装置。

## 3. 発明の詳細な説明

## 〔産業上の利用分野〕

本発明は、例えば内燃機関の燃料噴射制御装置に関し、特にディーゼルエンジンに用いられるバイロット噴射終了時とメイン噴射開始時との時間間隔(以下、バイロット-メイン噴射間隔と呼ぶ)や燃料噴射量の調節機能を有した制御装置に関する。

## 〔従来の技術〕

一般に、ディーゼルエンジンの騒音対策や窒素酸化物等の有害排気物対策としては、従来から種々の工夫がなされてきており、例えば機関回転数や負荷に代表される機関運転条件に応じて燃料の噴射量を適正化したり、並びにバイロット噴射とメイン噴射とを組み合わせた燃料噴射パターンの制御が挙げられる。

そして本出願人は先に、ディーゼルエンジンの燃料供給部と燃料噴射ノズルを結ぶ燃料圧送路途中に、圧電素子(ピエゾスタック)を使用して開

閉作動する制御弁を設け、ノズルへの燃料圧送中にこの制御弁を開弁作動させ燃料圧送を一旦中止することにより、燃料噴射期間中に全く噴射が行われない期間を設け、以てバイロット噴射とメイン噴射を達成する燃料噴射装置を出願している（特開昭62-174561号公報参照）。

この燃料噴射装置は、燃料ポンプによって燃料供給部から圧送された燃料を、プランジャポンプによって加圧することにより燃料噴射ノズルへ供給するようになっており、燃料圧送路にはこれより分岐して燃料供給部へと続く燃料路に制御弁が設けられている。そしてこのような燃料噴射装置においては、通常、機関回転数や負荷に応じて決定される所定噴射間隔を以て上記両噴射が行われるように、制御弁の開閉作動が制御されるようになっている。

#### 〔発明が解決しようとする課題〕

ところで、上述したような構造の燃料噴射装置では、バイロット噴射が終了した時点において燃

料ノズル室内的燃料には、ノズルの閉弁圧によって決まる圧力が残っており、この圧力、即ち残圧はその後の制御弁の開弁によって第8図に示すように、バイロット噴射終了後の時間経過と共に徐々に低下することになる。尚、この低下時間は、制御弁を介し燃料供給部へと燃料を戻す溢流路の断面積によって決定する。

従って、運転条件によって決定されたバイロット-メイン噴射間隔が仮に短い場合【例えば第8図点（イ）】、制御弁閉弁時から、ノズル室内圧力がノズル開弁圧に到達するまでの時間がより短縮されることになり、同じメイン噴射時間をもってしても上記噴射間隔が長い場合【例えば、同図点（ロ）】に比べてメイン噴射においてノズルより噴射される燃料量が増加することになる。

加えて、この燃料噴射装置においてはバイロット噴射終了時の燃料慣性によってその後ノズル室内に、圧力波の往復に一致する発生周期を持つ空洞が生じるため、第8図点（ハ）に示したような噴射間隔の場合、制御弁閉弁後、プランジャから

の圧送燃料はその一部がこの空洞を圧縮して燃料充填するために使われるために、見掛け上燃料供給率が低下し、同じメイン噴射時間もってしても噴射間隔が短い場合【例えば、同図点（ニ）】に比べてメイン噴射量が減少することになる。

このように、従来装置においては、バイロット-メイン噴射間隔が変化すると、上述した残圧及び空洞の発生によって同一のメイン噴射制御時間に対してメイン噴射量の誤差が大きくなり、従って運転条件に応じて例えばマップ等によりメイン噴射制御時間を決定するような制御装置では、マップ自体の精度が著しく低下し、アクセルフィーリング等に代表されるドライバビリティが損なわれることになる。

本発明は以上のような問題点を解決するために提供されるものである。

#### 〔課題を解決するための手段〕

本発明によればこの課題を解決するため、内燃機関の燃料供給部と燃料噴射ノズルを結ぶ燃料圧

送路中に、燃料供給部より圧送されてきた燃料を再び燃料供給部へと戻す制御弁を設け、機関の運転条件に応じて該制御弁を作動させることにより燃料噴射ノズルへの燃料圧送を一旦中止し、以てメインとなる燃料噴射に先立つバイロット噴射を達成する燃料噴射制御装置において、上記運転条件によって決定されるバイロット噴射終了からメイン噴射開始までの時間間隔に応じて、同運転条件によって決定されるメイン噴射制御時間を補正し、以てバイロット噴射終了時発生する燃料噴射ノズル内残圧や燃料圧送路内空洞のメイン噴射への影響を補償する内燃機関の燃料噴射制御装置が提供される。

#### 〔作用〕

例えば、バイロット-メイン噴射間隔が短い場合は、残圧の影響によってメイン噴射量が増えてしまうのを防ぐため運転条件によって定まるメイン噴射制御時間を小さめに補正したり、或はバイロット-メイン噴射間隔が長い場合は、空洞の影

響によってメイン噴射量が減ってしまうのを防ぐため運転条件によって定まるメイン噴射制御時間と大きめに補正したりするように、このパイロット-メイン噴射間隔に応じてメイン噴射制御時間を補正する。

これによりメイン噴射量は残圧や空洞等の外乱の影響を受けず、運転条件に対応したものとすることができる。

#### 【実施例】

以下、本発明の実施例を添付図面に基づいて説明する。

第1図は本発明の一実施例である燃料噴射制御装置を燃料供給系統に従って説明する構成図である。

この燃料噴射制御装置は、ディーゼルエンジンのカムシャフト1によって駆動され燃料を加圧・供給するプランジャポンプ2を備えており、このプランジャポンプ2によって加圧された燃料は高圧通路4を介して燃料噴射ノズル6へと供給され

る。またこの燃料噴射制御装置は、高圧通路4に接続されプランジャポンプ2に燃料供給する燃料供給部8、高圧通路4に接続されプランジャポンプ2によって加圧された燃料を排出する制御弁10、及び該制御弁10からの漏れ燃料及び排出された燃料を燃料供給部8に溢流させるドレン通路12を備えている。

更に制御弁10は、電圧の印加により伸縮する複数の圧電素子から成るピエゾスタック14と、該ピエゾスタック14の伸縮に連動して制御弁10内、溢流路を連通・遮断するニードル弁体16とを有しており、ピエゾスタック14への電圧はマイクロコンピュータ18によってその作動を制御される制御弁駆動回路20から供給される。しかしてその作動は、ピエゾスタック14に正電位が印加されるとスタック自体は伸長し、ニードル弁体16を弁座10aに密着させ、よって高圧通路4とドレン通路12とを遮断する。従って制御弁10がこのような状態の時は、プランジャポンプ2によって燃料圧送中においてはドレン通路12から燃料噴射ノズル6から燃料噴射が行

われる。またこれとは逆に、ピエゾスタック14に負電位が印加されると、ピエゾスタック14は収縮し、ニードル弁体16を弁座10aから離反して高圧通路4とドレン通路12とが連通される。従って制御弁10がこのような状態の時は、プランジャポンプ2によって燃料圧送中においてはドレン通路12を介して燃料供給部8に戻される。

即ち、燃料噴射においてパイロット噴射とメイン噴射は、上述した制御弁10の作動を交互に行うことにより、即ち具体的には、プランジャポンプ2による1回の燃料圧送行程において、正電位印加によって燃料噴射している最中に、1回ピエゾスタック14に負電位を印加することで燃料噴射を中断させることで達成される。

マイクロコンピュータ18には、本発明の燃料噴射制御装置作動の基本となる運転条件検出のための各種センサ、例えば機関回転数Neを検出する回転数センサ22や、負荷特性としてアクセル開度θaccを検出するアクセル開度センサ24等の出力信号が入力されるようになっている。

次に第2図を参照して上記マイクロコンピュータ18の作動を説明する。

第2図は検出された車両の運転条件によって、それに対応した適切なパイロット噴射制御時間Tp(ms)、メイン噴射制御時間Tm(ms)、パイロット-メイン噴射間隔時間Td(ms)、及びメイン噴射のための噴射開始クランク角度θiを決定する演算ルーチンであって、このルーチンはメインルーチンの一部として所定の時間間隔毎にマイクロコンピュータ18によって実行されるものである。

まず、ステップ31では前出の回転数センサ22やアクセル開度センサ24からの出力信号を取り込み、現在の運転条件を検出する。続くステップ32では検出された機関回転数Ne、アクセル開度θaccの値に基づいて、例えば第3図に夫々示したような、予め実験的に求められたマップ(a)～(d)を用いてマップサーチ(補間計算も含む)してパイロット噴射制御時間Tp(ms)、メイン噴射制御時間Tm(ms)、パイロット-メイン噴射間隔時間Td(ms)及びメイン噴射のための噴射開始クラン

ク角度（即ち、制御弁正電位印加開始時期） $\theta_i$  を求める。次にステップ33では、以上のようにして求められたバイロットーメイン噴射間隔時間  $T_d$  より第4図に示すようなマップを用いて、時間  $T_d$  に応じたメイン噴射制御時間補正係数  $K_m$  を求める。尚、この補正係数  $K_m$  の設定に関しては、求められた噴射間隔時間  $T_d$  が短い程残圧が大きく、従って同一時間内メイン噴射量が大きくなるために、間隔時間  $T_d$  が小さい程補正係数  $K_m$  も小さく設定されることが好ましい。

次にステップ34では求められた補正係数  $K_m$  にメイン噴射制御時間  $T_m$  を乗じてこれを補正し、噴射間隔時間  $T_d$  に因らず運転条件に対応した設定噴射量が達成されるようなメイン噴射制御時間  $T_m$  を求める。

そして続くステップ35では求められた噴射間隔時間  $T_d$  の違いによって実際のメイン噴射開始時期が変わってしまうことのないように、ステップ32で求めた噴射開始クランク角度  $\theta_i$  のための補正係数  $K_{\theta_m}$  を、第4図に示すような時間  $T_d$  に

対応したマップ (b) を用いて求める。そして続くステップ36では以上のようにして求められた補正係数  $K_{\theta_m}$  にクランク角度  $\theta_i$  を乗じて新たな噴射開始クランク角度  $\theta_i$  を求め、実際のメイン噴射開始時期を一定化し、最終的にはステップ37で、上述したこれらの特性値  $\theta_i$ ・ $T_p$ ・ $T_d$ ・ $T_m$  を以て制御弁10が開閉作動するように所定クランク角度からの各時間をタイマセットする。

尚、この制御弁10の作動は、別の所定クランク角度割り込みルーチンによって実行される。

第5図に、上述した補正処理によって達成される、各バイロットーメイン噴射間隔  $T_d$  (ms) に対するメイン噴射の変化を示す。尚、図において縦軸（下部）は、各運転条件に応じて決められる設定メイン噴射量に対し、実際に噴射されるメイン実噴射量の割合、即ちメイン噴射量比を示し、縦軸（上部）は補正前メイン噴射制御時間  $T_m$  に対する補正後メイン噴射制御時間 ( $T_m \cdot K_m$ ) の比を示している。

本図に示すように、補正前においては残圧や空

洞の影響によって、メイン噴射量比は、同一制御時間でもバイロットーメイン噴射間隔に応じて変化するが、この間隔時間に対し一定の周期性を有している。従ってこのバイロットーメイン噴射間隔に応じてメイン噴射の制御時間を上述した補正係数を以て、例えば図中上段2点鎖線のように補正することによってメイン噴射はバイロットーメイン噴射間隔の影響を受けることなく設定噴射量に等しい実噴射量（即ち、噴射量比は1.0）を維持することができる。

尚、前後するが第2図に示す演算ルーチンにおける噴射制御時間  $T_m$ ・ $T_p$  及び間隔時間  $T_d$  の単位は時間（例えばms）でも、或はクランク角度でも良い。しかしながら第5図に示すように、バイロットーメイン噴射間隔  $T_d$  によるメイン噴射量比への影響は、 $T_d$  が時間(ms)単位の場合、各回転数（低・中・高）ともほぼ類似した特性となるため、メイン噴射の補正係数  $K_m$ ・ $K_{\theta_m}$  マップ（第4図）における  $T_d$  の単位は少なくとも時間(ms)とする必要がある。従って、運転条件によ

って間隔  $T_d$  を決定する第3図マップ (c) の  $T_d$  の単位がクランク角度の場合には、その時の機関回転数  $N_e$  により時間単位(ms)に換算しなければならない。

又、上述したルーチン例において、第4図に夫々示す補正係数  $K_m$  マップ (a)・ $K_{\theta_m}$  マップ (b) は間隔  $T_d$  のみから決定されるようになっているが、別実施例としては機関回転数  $N_e$  と間隔  $T_d$  とから決定されるようにした、いわゆる2次元マップでも良い。尚、このようにした場合、クランク角度から時間への換算が省略することができ、従って間隔  $T_d$  の値は、クランク角度でも良くなる。

第6図は、マイクロコンピュータが運転条件によりバイロット噴射量  $Q_p$  及びメイン噴射量  $Q_m$  を決定するようにしたマップを有する場合において、本発明を実施する際のバイロットーメイン噴射演算ルーチンを示している。

尚、このルーチンは第2図ルーチンと同様にメインルーチンに組み込まれ、所定時間間隔毎に実

行される。

まず、ステップ41では前出の回転数センサ22やアクセル開度センサ24からの出力信号を取り込み、現在の運転条件を検出する。続くステップ42では検出された機関回転数  $N_e$  、アクセル開度  $\theta_{acc}$  の値に基づいて、例えば先の第3図マップに類似するような、各運転条件に対応して予め設定されるパイロット、メイン噴射量の両マップ、パイロット-メイン噴射間隔時間マップ、メイン噴射開始クランク角度マップを用いてマップサーチして、現運転条件に適合するパイロット噴射量  $Q_p(cc)$  、メイン噴射量  $Q_m(cc)$  、パイロット-メイン噴射間隔時間  $T_d(ms)$  及びメイン噴射のための噴射開始クランク角度  $\theta_i$  を求める。次にステップ43では、以上のようにして求められたメイン噴射量  $Q_m$  、パイロット噴射量  $Q_p$  と機関回転数  $N_e$  より、各噴射量、各回転数に対応して噴射時間  $T$  を設定する2次元マップを用いたり、或は演算式からの計算によってこれらの噴射量を達成せしめるメイン噴射制御時間  $T_m$  とパイロット噴射制御時

間  $T_p$  を求める。次にステップ44では先に求めたメイン噴射量  $Q_m$  (或は、パイロット噴射量  $Q_p$ ) と間隔時間  $T_d$  とから2次元マップを用いて、時間  $T_d$  に応じたメイン噴射制御時間補正係数  $K_m$  を求める。

次にステップ45では求められた補正係数  $K_m$  にメイン噴射制御時間  $T_m$  を乗じてこれを補正し、噴射間隔時間  $T_d$  に因らず運転条件に対応した設定噴射量が達成されるようなメイン噴射制御時間  $T_m$  を求める。

そして続くステップ46では上述したこれらの特性値  $\theta_i$  、  $T_p$  、  $T_d$  、  $T_m$  を以て制御弁10が開閉作動するようにタイマセットすることになる。

第7図に示すルーチンは、先の第6図実施例に関連して、補正係数  $K'_m$  によってメイン噴射量  $Q_m$  を補正した例を示したものである。この場合、ステップ52において、先のルーチンと同様に運転条件に対応したメイン噴射量  $Q_m$  が設定されるが、続くステップ53ではメイン噴射量  $Q_m$  (或は、パイロット噴射量  $Q_p$ ) と間隔時間  $T_d$  とから2次元マ

ップを用いて、時間  $T_d$  に応じたメイン噴射量補正係数  $K'_m$  を求め、ステップ54でこの補正係数  $K'_m$  にメイン噴射量  $Q_m$  を乗じて新たな補正後のメイン噴射量  $Q'_m$  を設定する。そしてステップ55では以上のようにして決定されたメイン噴射量  $Q'_m$  、パイロット噴射量  $Q_p$  より、予め定められた噴射量  $Q$  と機関回転数  $N_e$  のマップから夫々の噴射制御時間  $T_m$  、  $T_p$  を求めて、ステップ56で同様にタイマセットすることになる。尚、本実施例に関連し上記ステップ53で使用されるマップを機関回転数  $N_e$  と間隔時間  $T_d$  とからなる2次元のものとし、これよりマップサーチによって補正係数  $K'_m$  を求めるようにしても良い。尚、この場合、補正係数  $K'_m$  は第5図下段に示す各回転数に応じた噴射量比により決定されることになる。

以上説明したように、これらの実施例によれば、運転条件により決定されたパイロット-メイン噴射間隔に応じて、メイン噴射制御時間或はメイン噴射量を補正する係数を設定し、これを以てメイン

噴射量 (時間) を補正して出力するようになっているため、従来においてはパイロット噴射終了時点からの残圧変化や空洞発生量変化によって設定メイン噴射量が変動していたのに対し、この変動を上記補正処理によって無くすることが可能となる。また各実施例に共通して、メイン噴射量 (時間) の補正係数は、各パイロット-メイン噴射間隔  $T_d$  に対応させた、それ専用のマップから得られるようにしたため、メイン噴射時間  $T_m$  を求めるマップ [例えば第3図マップ (a)] の  $T_m$  値を始めから補正後の値として設定し、運転条件から直接的に補正後のメイン噴射時間を求める場合に比べて、マップ内数値間の補間計算によってメイン噴射時間を決定する場合の最終的な補正後メイン噴射時間の信頼性が向上する。

#### 【発明の効果】

以上、説明したように本発明によれば、パイロット噴射終了時の残圧やその後の燃料慣性による空洞発生等の外乱に影響されるメイン噴射量変動

分を見越して、運転条件に応じて決定されるメイン噴射制御時間を補正するため、運転条件に対応した常に一定量なるメイン燃料噴射を達成することができ燃料噴射制御装置としての制御制度を高めることができる。

## 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明による燃料噴射制御装置の概略的構成図；第2図はコンピュータの作動を示すバイロット噴射制御時間、メイン噴射制御時間演算フローチャート；第3図は第2図ルーチン実行時、使用される各マップを示した図；第4図は求められたバイロット-メイン噴射間隔よりメイン噴射の補正係数を求めるためのマップを示した図；第5図はバイロット-メイン噴射間隔時間に対応するメイン噴射量比及び制御時間比の変化を示す図；第6図はバイロット、メイン噴射量マップを使用する第2図実施例とは異なる噴射制御時間演算フローチャート；第7図は第6図フローチャートに類似するが別実施例として、補正係数よりメイン噴射量を補正したフローチャート；第8図はバイ

ロット噴射終了後の時間経過に伴って変化する残圧、空洞発生量の変化を示す図。

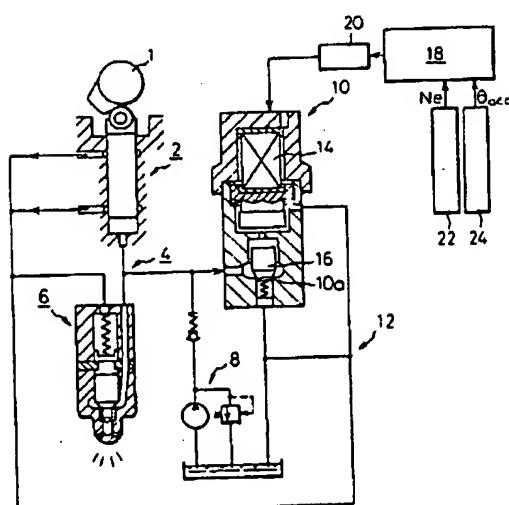
2…プランジャポンプ、 6…噴射ノズル、  
8…燃料供給部、 10…制御弁、  
12…ドレン通路、  
18…マイクロコンピュータ、  
22…回転数センサ、  
24…アクセル開度センサ。

## 特許出願人

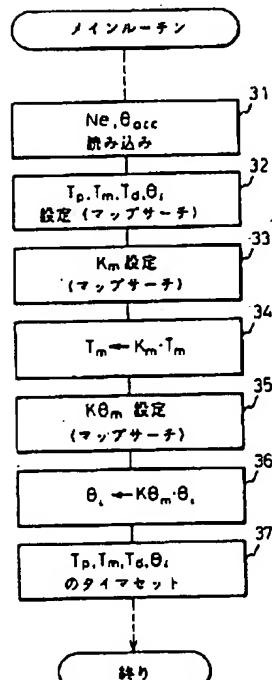
トヨタ自動車株式会社  
株式会社 豊田中央研究所

## 特許出願代理人

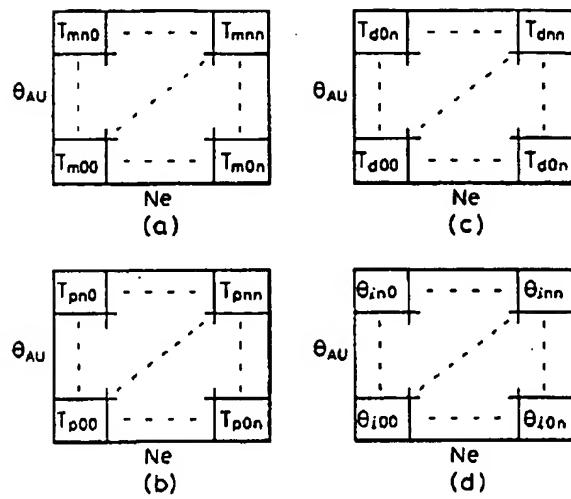
弁理士 青木 朗  
弁理士 石田 敬  
弁理士 中山 基介  
弁理士 山口 昭之  
弁理士 西山 雅也



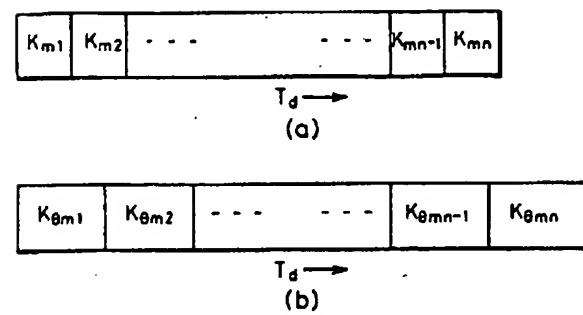
第1図  
2…プランジャポンプ  
4…高圧通路  
6…噴射ノズル  
8…燃料供給部  
10…制御弁  
12…ドレン通路



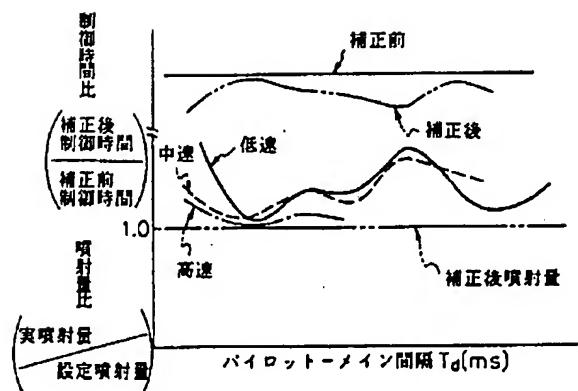
第2図



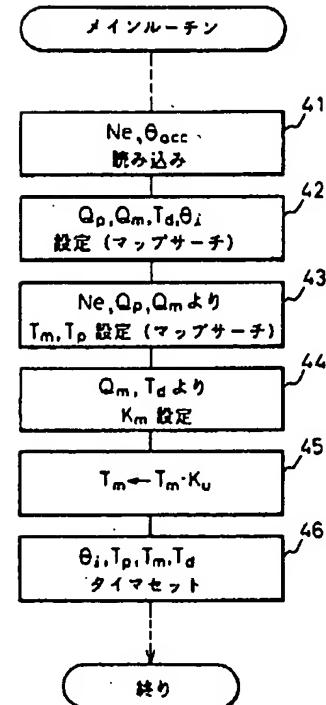
第3図



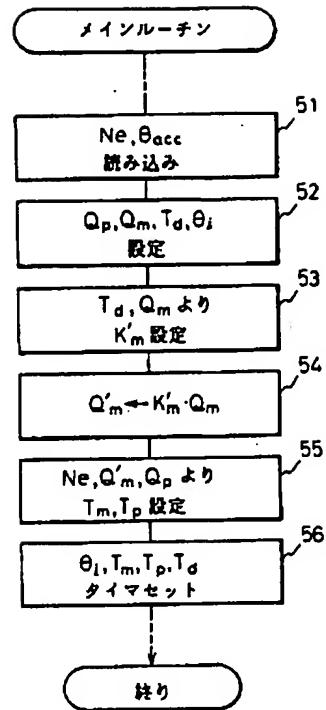
第4図



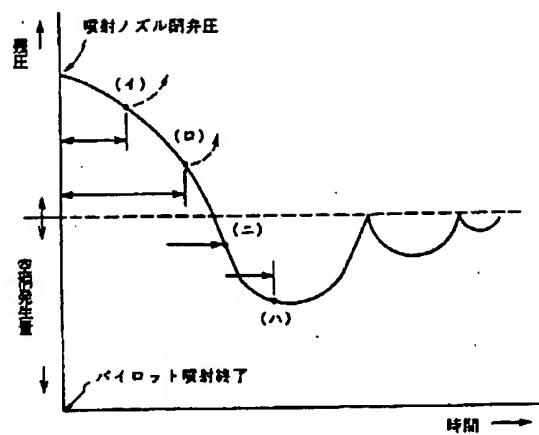
第5図



第6図



第 7 図



第 8 図